

T S11/5/1

11/5/1

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2003 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

06400200 **Image available**

CIRCUIT AND METHOD FOR DRIVING LINEAR MOTOR

PUB. NO.: 11-341853 [JP 11341853 A]
PUBLISHED: December 10, 1999 (19991210)
INVENTOR(s): UKAJI TAKAO
APPLICANT(s): CANON INC
APPL. NO.: 10-153693 [JP 98153693]
FILED: May 20, 1998 (19980520)
INTL CLASS: H02P-005/00

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the current command value following-up ability of a linear motor by reducing thrust variation by giving a plurality of current command values having driver phase differences to the motor based on relative positional information, and connecting coils and drivers to each other in such a way that their polarities are inverted for each in-phase coil.

SOLUTION: A controller G decides the current command values A and P, which are made to flow from current drivers D1 and D2 from the value of an absolute encoder F and outputs the values A and B. A magnet group M is magnetized so that a thrust variation may become the minimum, when current relation between coils in two phases is a sine wave having a phase difference of 90°, and makes the output of the absolute encoder E zero when the center of a mover M is positioned at the center of a coil Cn. The controller G selects two coils to be conducted, based on the value of the encoder E and turns on or off the corresponding relays -Rn-2 to Rn+2. The current drivers D1 and D2 generate currents so that the actual currents become equal to the command values A and B. Since the total of thrusts generated by each coil from the current of the driver D2 becomes the same as the thrust when current is made to flow into one coil, no variation in thrust occurs.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

?

CIRCUIT AND METHOD FOR DRIVING LINEAR MOTOR

Patent Number: JP11341853
Publication date: 1999-12-10
Inventor(s): UKAJI TAKAO
Applicant(s): CANON INC
Requested Patent: ☐ JP11341853
Application Number: JP19980153693 19980520
Priority Number(s):
IPC Classification: H02P5/00
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the current command value following-up ability of a linear motor by reducing thrust variation by giving a plurality of current command values having driver phase differences to the motor based on relative positional information, and connecting coils and drivers to each other in such a way that their polarities are inverted for each in-phase coil.

SOLUTION: A controller G decides the current command values A and P, which are made to flow from current drivers D1 and D2 from the value of an absolute encoder F and outputs the values A and B. A magnet group M is magnetized so that a thrust variation may become the minimum, when current relation between coils in two phases is a sine wave having a phase difference of 90 deg., and makes the output of the absolute encoder E zero when the center of a mover M is positioned at the center of a coil Cn. The controller G selects two coils to be conducted, based on the value of the encoder E and turns on or off the corresponding relays -Rn-2 to Rn+2. The current drivers D1 and D2 generate currents so that the actual currents become equal to the command values A and B. Since the total of thrusts generated by each coil from the current of the driver D2 becomes the same as the thrust when current is made to flow into one coil, no variation in thrust occurs.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-341853

(43) 公開日 平成11年(1999)12月10日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 2 P 5/00

識別記号

1 0 1

F I

H 0 2 P 5/00

1 0 1 B

審査請求 未請求 請求項の数9 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-153693

(22) 出願日 平成10年(1998) 5月20日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 宇梶 隆夫

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

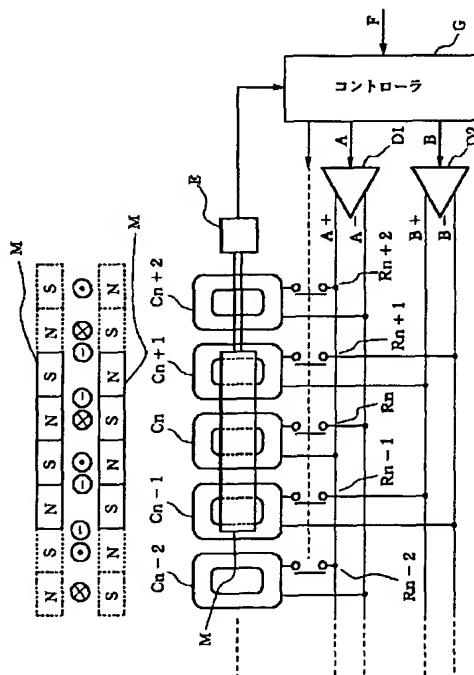
(74) 代理人 弁理士 伊東 哲也 (外2名)

(54) 【発明の名称】 リニアモータ駆動回路および駆動方法

(57) 【要約】

【課題】 推力の変化が少なく電流指令値追従性が良く安価なリニアモータ駆動回路を提供する。

【解決手段】 各同相コイルの間隔がマグネットの磁界の周期の(整数+0.5)倍であるリニアモータを駆動するための駆動回路であって、同相コイルの各相へ電流を流すための複数のドライバと、コイル列とマグネットとの相対位置を測定する手段と、測定した相対位置情報に基づいて複数の同相コイルを選択的に通電する手段と、相対位置情報に基づいてドライバに位相差をもつ複数の電流指令値を与える手段とを有し、コイルとドライバは、同相コイル毎に極性が反転するように接続されていることを特徴とするリニアモータ駆動回路。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の同相コイルを有するコイル列と、前記コイル列に対して相対的に移動するマグネットとを有し、各同相コイルの間隔はマグネットの磁界の周期の（整数+0.5）倍であるリニアモータを駆動するための駆動回路であって、前記同相コイルの各相へ電流を流すための複数のドライバと、前記コイル列と前記マグネットとの相対位置を測定する手段と、測定した相対位置情報に基づいて前記複数の同相コイルを選択的に通電する手段と、前記相対位置情報に基づいて前記ドライバに位相差をもつ複数の電流指令値を与える手段とを有し、前記コイルと前記ドライバは、同相コイル毎に極性が反転するように接続されていることを特徴とするリニアモータ駆動回路。

【請求項2】 前記コイル列が固定子であり、前記マグネットが可動子であることを特徴とする請求項1に記載のリニアモータ駆動回路。

【請求項3】 前記選択的に通電する手段は、前記マグネットの磁界の範囲にあるコイルのみ通電するものであることを特徴とする請求項1または2に記載のリニアモータ駆動回路。

【請求項4】 前記選択的に通電する手段により通電するコイルを切り替える際に、OFFに要する時間よりもONに要する時間が短いことを特徴とする請求項1～3に記載のリニアモータ駆動回路。

【請求項5】 前記リニアモータが2相励磁型リニアモータであることを特徴とする請求項1～4に記載のリニアモータ駆動回路。

【請求項6】 前記各同相コイルの間隔がマグネットの磁界の周期の1.5倍であることを特徴とする請求項1～5に記載のリニアモータ駆動回路。

【請求項7】 複数の同相コイルを有するコイル列と、前記コイル列に対して相対的に移動するマグネットと、前記同相コイルの各相へ電流を流すための複数のドライバとを有し、各同相コイルの間隔は前記マグネットの磁界の周期の（整数+0.5）倍であるリニアモータの駆動方法であって、前記リニアモータのコイルとマグネットの相対位置を測定する工程と、前記相対位置情報に基づいて前記ドライバに位相差をもつ複数の電流指令値を与える工程と、前記リニアモータの複数の同相コイルを前記相対位置情報に基づいて選択的に通電する工程とを有し、隣り合う同相コイルには極性の反転した電流を流すことを特徴とするリニアモータ駆動方法。

【請求項8】 前記選択的に通電する工程において通電するコイルを切り替える際に、切り替えられる同相コイルを一時的に両方通電することを特徴とする請求項1に記載のリニアモータ駆動方法。

【請求項9】 複数の同相コイルを有するコイル列と、前記コイル列に対して相対的に移動するマグネットと、

請求項1～6に記載の駆動回路とを有し、各同相コイルの間隔はマグネットの磁界の周期の（整数+0.5）倍であることを特徴とするリニアモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、リニアモータ並びにその駆動回路および駆動方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】ムービングマグネット型2相励磁リニアモータは、可動子（ムーバ）がマグネットなので、駆動用の電線は固定子（ステータ）側で良いので電線の部分にストレスがかからず断線の心配がなく、また発熱も固定子側なので冷媒による冷却等も容易であるという特徴があり、高い信頼性と精度が要求される半導体製造装置を含めた多様な分野で用いられるようになってきている。特に投影レンズの有効画角を最大限利用する露光方式を用いるスキャン露光型半導体製造装置（スキャナー）においては、逐次露光型半導体露光装置（ステッパ）に比べ、より安定した推力を発生するリニアモータが求められている。

【0003】ムーバのサイズに比べて長いストロークを必要とする場合は、複数のコイル対が必要となる。コイル対を全て同じ電流ドライバに接続すれば、推力を発生することが可能になるが、ムーバの磁界の及ばないコイルは推力を発生せずコイルの電気抵抗による損失（発熱）のみとなるため、モーターの効率は極端に低いものになってしまう。それを防ぐため、各コイル対にそれぞれ電流ドライバを接続し、各コイルに接続された電流ドライバの電流指令値を個別に与えられるようにして、ムーバの磁界の及ばないコイルには電流を流さない方法が考えられる。この方法は、コイル対の数だけ電流ドライバと指令値生成部が必要となり、コストがストロークに比例して増大する関係となるため、長いストロークの場合には採用できない。

【0004】もう一つの方法としては、ムーバの磁界の範囲にあるコイルのみ選択的に電流を流すように各コイルにリレー等を介して電流ドライバを接続することが可能である（特開平6-284785号公報、特開平8-111998号公報）。

【0005】図3はリレーを使用した従来のリニアモータ駆動回路の構成を表す図である。この図において、Mはリニアモータの可動子（ムーバ）であるマグネット群、 $C_{n-2} \sim C_{n+2}$ はリニアモータの固定子（ステータ）であるコイル群、 $R_{n-2} \sim R_{n+2}$ は各コイルに選択的に通電するためのリレー、D1、D2はコイル電流を流すための電流ドライバ、Eは可動子と固定子の相対位置を検出するアブソリュートエンコーダ、GはアブソリュートエンコーダEの値を参照して、電流ドライバD1、D2に電流司令値（A、B）を与えるコントローラである。図面上は着目するコイル C_n の付近のみ示

している。また、同図に示されるように、同相コイルの間隔はマグネットの磁界の周期の1.5倍である。

【0006】図4は、図3のリニアモータが移動する際の、駆動回路の信号を示すグラフであり、上からリレーRの切り替え状態の推移、アブソリュートエンコーダEの測定値の推移、電流ドライバD1およびD2の電流の推移を表している。この場合コイルの極性を全て同じ向きに接続しているため、図4に示すようにコイルの切り替え時に電流指令値の符号を反転する必要があった。

【0007】図5は、図4のリレー切り替え状態および電流の推移に対応して発生するムーバへの推力を示す。同図において、FAおよびFBは各々電流AおよびBによって発生するムーバへの推力を示し、FA+FBはFAとFBの合力を示す。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】図5に示すように、リレー素子の反応時間がムーバの1ピッチ移動時間に対して大きく、リレーOFF時間がON時間より長い場合には、同相の2コイルに同時に電流が流れるため、2つのコイルの発生する推力は互いに逆向きのため相内で打ち消しあってしまう。したがって、その時間内はその相の推力が発生せず、ON時に瞬時に推力が回復するため、リニアモータの推力(FA+FB)が乱れ、滑らかな制御を行うことが困難となる。

【0009】一方、リレーOFF時間がON時間より短い場合には、同相の2コイルの両方とも電流が流れない期間が生じる。その期間は上の場合と同様にその相の推力が発生せず、ON時に瞬時に推力が回復し、リニアモータの推力に乱れが生じる。

【0010】また、電流ドライバに与える電流指令値が0の時に同相コイルの切り替を行うためには、電流指令値の変化の最も大きい時に電流指令値の符号反転を行う必要がある。この時、電流指令値の変化の微分は無限大となるため、電流ドライバの電流指令値追従が悪くなる。追従性を良くするためには、応答性の良い電流ドライバが必要となり、コスト高を招く欠点があった。

【0011】本発明はこのような点を考慮してなされたもので、その目的は推力の変化が少なく電流指令値追従性が良く安価なリニアモータ駆動回路および方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段および作用】上記目的を達成するため、本発明のリニアモータ駆動回路は、複数の同相コイルを有するコイル列と、コイル列に対して相対的に移動するマグネットとを有し、各同相コイルの間隔はマグネットの磁界の周期の(整数+0.5)倍であるリニアモータを駆動するものであり、同相コイルの各相へ電流を流すための複数のドライバと、コイル列とマグネットとの相対位置を測定する手段と、測定した相対位置情報に基づいて複数の同相コイルを選択的に通電する手

段と、相対位置情報に基づいてドライバに位相差をもつ複数の電流指令値を与える手段とを有し、コイルとドライバは、同相コイル毎に極性が反転するように接続されていることを特徴とする。

【0013】本発明のリニアモータ駆動回路は、特に、コイル列が固定子であり、マグネットが可動子である2相励磁型リニアモータに好適に用いられる。

【0014】ここで、選択的に通電する手段とは、通常、マグネットの磁界の範囲にあるコイルのみ通電するものであるが、本発明において推力の変化を少なくするためには選択的に通電する手段により通電するコイルを切り替える際に、OFFに要する時間よりもONに要する時間が短いことが好ましい。すなわち、通電するコイルを切り替える際に、切り替えられる同相コイルは一時的に両方通電される。

【0015】また、本発明のリニアモータ駆動方法は、上記駆動回路を用いてリニアモータを駆動する方法である。

【0016】本発明のリニアモータは、複数の同相コイルを有するコイル列と、コイル列に対して相対的に移動するマグネットと、上述の駆動回路とを有し、各同相コイルの間隔はマグネットの磁界の周期の(整数+0.5)倍であることを特徴とする。

【0017】本発明によれば、同じ相の2つのコイルを切り替えても、リレーの切り替え時間のバラツキに影響されず、電流指令値追従性が良く、推力の乱れを最小限に抑えた駆動回路を提供することが可能となる。

【0018】

【実施例】(第1の実施例)以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。図1は本発明の1実施例に係るリニアモータ駆動回路の構成を表す図面である。図1において、図3と同じ符号を付したものは同じものを示す。また、図1においても図3と同様に着目するコイルCnの付近のみ示している。

【0019】コントローラGはまずアブソリュートエンコーダEの値より、電流ドライバD1、D2が流す電流指令値A、Bを決定し出力する。電流指令値は以下の数1式で計算される。

【0020】

【数1】

$$A = F \times \cos(E / \text{pitch})$$

$$B = F \times \sin(E / \text{pitch})$$

E: アブソリュートエンコーダEの計測値

F: コントローラGに入力される電流指令値

pitch: マグネットにより発生する磁界の1周期の長さ

【0021】ここで、マグネット群Mは、2相のコイルの電流の関係が90度位相差をもった正弦波の場合に推力ムラが最小になるように着磁してあるものとする。また、コイルCnの中心にムーバMの中心が位置したとき

のアブソリュートエンコーダEの出力がゼロになるものとする。

【0022】つぎに、アブソリュートエンコーダEの値より、通電すべきコイルを2つ選び、対応するリレー $R_{n-2} \sim R_{n+2}$ をオンオフする。電流ドライバD1、D2は、電流指令値A、Bと実際の電流が同じになるように電流を発生する。ムーバMは図1の左から右へ移動するような推力をコイル C_n から受ける。

【0023】ここで、コイル C_{n-1} から C_{n+1} へ切り替わる過程を例に挙げて説明する。ムーバMの中心がコイル C_n の中心より左側にある場合は、リレー R_{n-1} とリレー R_n がONとなり、他がOFFとなる。ムーバMの中心がコイル C_n の中心より右側へ移動した瞬間に、リレー R_{n+1} がONになる。この時、まだリレー R_{n-1} はONしたままなので、コイル C_{n-1} とコイル C_{n+1} は並列に接続され、各コイルには電流指令値Bの半分の電流がそれぞれに流れることになる。ドライバD2の電流によるそれぞれのコイルが発生する推力の合計は、1つのコイルに電流を流した場合と同じとなるため、推力変動は発生しない。

【0024】つぎに、リレー R_{n-1} がOFFになり、コイル C_{n+1} にドライバD2からの電流が全て流れる。この過程において、ドライバD2の電流は滑らかに変化するのみであり、過渡的な変動は生じない。

【0025】一方の相はというと、リレー R_n はONしたままである。コイル C_n の電流はドライバD1により与えられ、その電流指令値Aは最も変化の小さい状態である。

【0026】以上コイル C_n の前後を例に挙げて説明したように、コイル切り替え時にリニアモータ推力変動が少ない駆動回路を安価に実現している。

【0027】(他の実施例) 上記第1の実施例では2相励磁型リニアモータを用いているが、3相の場合も同様の効果が得られる。本発明に係る3相励磁型リニアモータの構成を図6に示す。図6において、図1と同じ符号を付したものは同じ部材を示す。同図に示すように同相コイル間隔は磁界周期の0.5倍となっている。

【0028】なお、上記実施例においては、リレーにメカニカルなものを想定して述べたが、半導体素子を用いて実現したスイッチ、リレーを用いてもよい。さらに、リレーはコストを抑えるためコイルの片側のみに構成してあるが、両側に構成しても同様である。

【0029】また、図1および図6の電流ドライバはプッシュプル回路で記述してあるが、シングルエンド構成でも良い。

【0030】上記第1の実施例においてはマグネットは4対であるが、これに限定せず5対、6対などでも良い。また、マグネットは対である必要はなく、片側が磁性体で磁路を形成しているものでも良い。

【0031】また、上記第1の実施例では相対位置測定器としてアブソリュートエンコーダを用いているが、ホール素子やフォトスイッチのような論理出力のみの位置検出手段により、コントローラを介さずにリレースイッチをON/OFFするようにした場合でも同様の効果がある。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、コイルの切り替え時における推力変動を最小限に抑えることができ、ロングストロークの高精度リニアモータ駆動回路を安価に提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のリニアモータ駆動回路の1実施例を示す図である。

【図2】 図1のリニアモータ駆動回路の信号を示す図である。

【図3】 従来のリニアモータ駆動回路の1例を示す図である。

【図4】 図3のリニアモータ駆動回路の信号を示す図である。

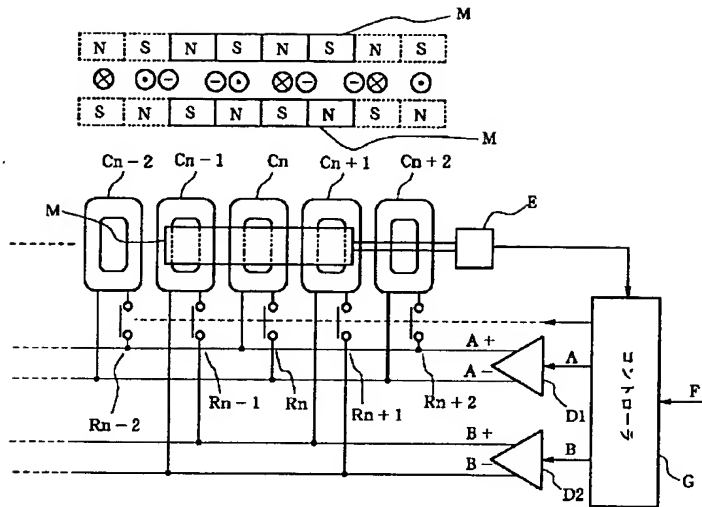
【図5】 図3のリニアモータ駆動回路の信号を示す他の図である。

【図6】 本発明のリニアモータ駆動回路の他の実施例を示す図である。

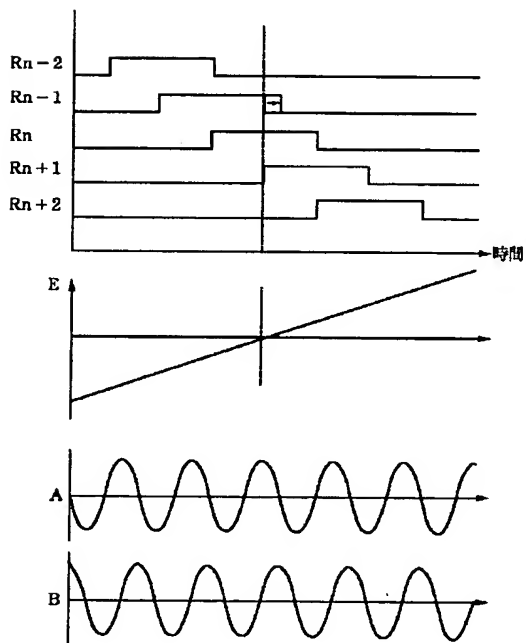
【符号の説明】

M：ムーバ（マグネット群）、C（ $C_{n-3} \sim C_{n+7}$ ）：コイル（ステータ）、R（ $R_{n-3} \sim R_{n+7}$ ）：リレー、E：アブソリュートエンコーダ、D1～D3：電流ドライバ、G：コントローラ、A：電流ドライバD1の電流、B：電流ドライバD2の電流、FA：図3の電流ドライバD1の電流により発生するムーバへの推力、FB：図3の電流ドライバD2の電流により発生するムーバへの推力、FA+FB：図3のムーバへの推力（FAとFBの合力）。

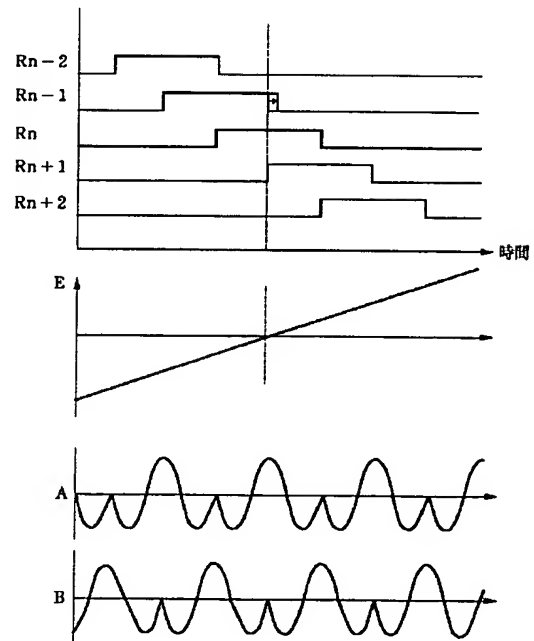
【図1】



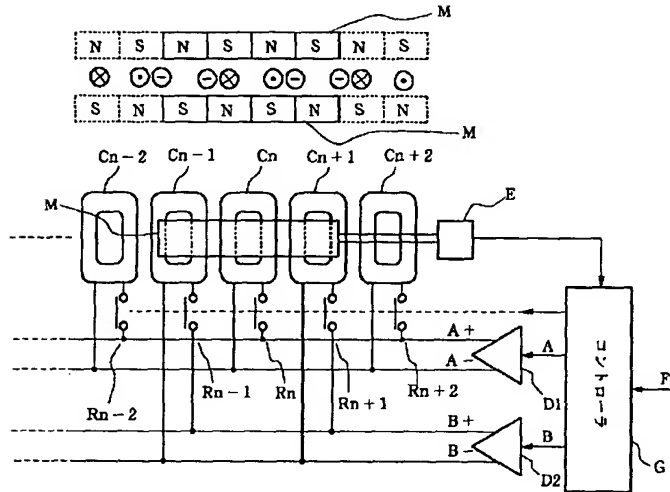
【図2】



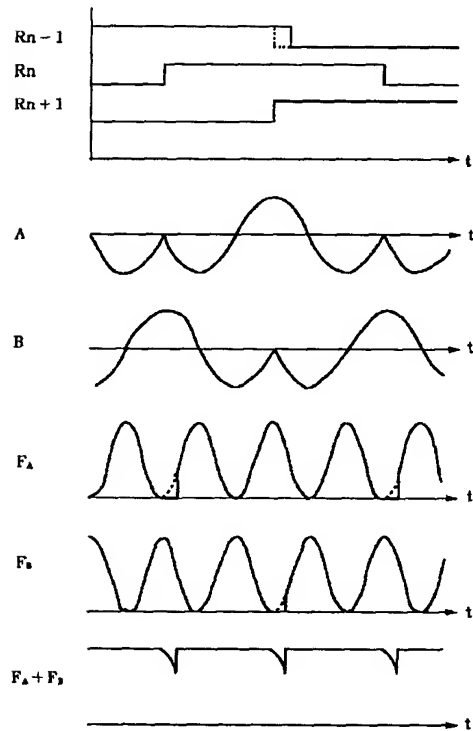
【図4】



【図3】



【図5】



【図6】

